



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 53 867 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 100 53 867.3
㉑ Anmeldetag: 27. 10. 2000
㉒ Offenlegungstag: 27. 9. 2001

㉓ Int. Cl.⁷:
F 21 V 8/00
G 02 B 5/02
G 02 B 27/22
G 09 F 9/35
G 09 G 3/36

DE 100 53 867 A 1

⑥⑥ Innere Priorität:
100 13 390. 8 15. 03. 2000

⑦① Anmelder:
4D-Vision GmbH, 07749 Jena, DE

⑦④ Vertreter:
Dr. Werner Geyer, Klaus Fehners & Partner, 07745
Jena

⑦② Erfinder:
Grasnick, Armin, Dipl.-Ing. (FH), 07743 Jena, DE;
Relke, Ingo, Dr.rer.nat., 07747 Jena, DE; Tzschoppe,
Wolfgang, Dipl.-Phys., 07751 Rothenstein, DE;
Dörfel, Falk, Dipl.-Ing. (FH), 07549 Gera, DE;
Scherzberg-Naujokat, Sven-Martin, Dipl.-Ing. (FH),
07774 Camburg, DE

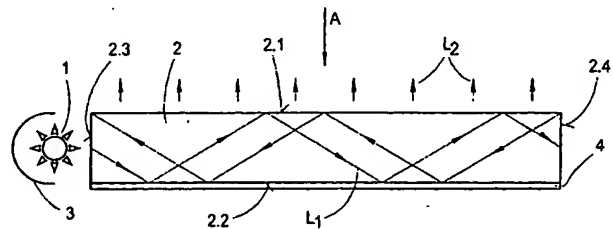
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Beleuchtungsvorrichtung

⑤⑦ Die Erfindung bezieht sich auf eine Beleuchtungsvorrichtung, umfassend eine Lichtquelle (1) und einen planen optischen Lichtleiter (2), der von zwei einander gegenüberliegenden Großflächen (2.1, 2.2) und von umlaufenden Schmalflächen (2.3, 2.4) begrenzt ist, wobei die von der Lichtquelle (1) ausgehende Strahlung über wenigstens eine der Schmalflächen (2.3) in den Lichtleiter (2) eingekoppelt wird, dort teils infolge der Totalreflexion an den beiden Großflächen (2.1, 2.2) hin- und her reflektiert und teils als Nutzlicht kontinuierlich über eine der beiden Großflächen (2.1) abgestrahlt wird.

Erfindungsgemäß ist die der abstrahlenden Großfläche (2.1) gegenüberliegende zweite Großfläche (2.2) mit einer aus Partikeln gebildeten, die Totalreflexion innerhalb des Lichtleiters (2) störenden Beschichtung (4) versehen, wobei das Störvermögen über die zweite Großfläche (2.2) hinweg zwischen zwei vorgegebenen Grenzwerten inhomogen ist. In einer besonders bevorzugten Ausführung der Erfindung sind diese Grenzwerte von der Dichte d der Beschichtung (4) abhängig, wobei die Dichte d ein Maß ist für den mittleren Abstand der Partikel pro Flächeneinheit.



DE 100 53 867 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Beleuchtungsvorrichtung, umfassend eine Lichtquelle und einen planen optischen Lichtleiter, der von zwei einander gegenüberliegenden Großflächen und von umlaufenden Schmalflächen begrenzt ist, wobei die von der Lichtquelle ausgehende Strahlung über wenigstens eine der Schmalflächen in den Lichtleiter eingekoppelt wird, dort teils infolge der Totalreflexion an den beiden Großflächen hin- und her reflektiert und teils als Nutzlicht kontinuierlich über eine der beiden Großflächen abgestrahlt wird.

Flächenhafte Beleuchtungsvorrichtungen, die einen Lichtleiter als indirekte Lichtquelle verwenden, sind bereits bekannt. Sie dienen beispielsweise als Hintergrundbeleuchtung von Leuchtkästen. Ein weiteres Anwendungsgebiet sind transluzente Bildwiedergabeeinrichtungen mit LC-Displays, die eine über die gesamte Displayfläche möglichst gleichmäßige Helligkeit erfordern; auch hier können derartige Beleuchtungsvorrichtungen als Hintergrundbeleuchtung dienen.

Der Lichtleiter ist beispielsweise eine Platte aus einem Plastwerkstoff oder aus Glas. Über eine oder mehrere der Schmalflächen, die die Platte umlaufend begrenzen, wird Licht in die Platte eingeleitet.

Die Intensität des seitlich durch eine Schmalfläche hindurch eingestrahlt Lichts nimmt zur Plattenmitte hin ab, da nur ein Anteil an der Innenseite der Großfläche totalreflektiert wird, ein weiterer Anteil aber als Nutzlicht durch die Großfläche hindurch abgestrahlt wird. Aufgrund dieses mit zunehmender Anzahl von Reflexionen kontinuierlichen Lichtverlustes ist die Lichtdichteverteilung über die abstrahlende Großfläche ungleichmäßig. Um dem entgegenzuwirken und die Abstrahlung über die Großfläche hinweg zu homogenisieren, werden üblicherweise zusätzliche Folien mit beispielsweise gitterartigen Strukturen auf die Großfläche aufgebracht. Diese Maßnahme zur Beeinflussung der Lichtdichteverteilung ist jedoch verhältnismäßig aufwendig.

In US 5,897,184 wird eine im wesentlichen nach dem vorgenannten Prinzip arbeitende Beleuchtung für autostereoskopische Displays vorgestellt. Hier ist ein flächig ausgehnter Lichtleiter mit Kerben oder Noppen versehen, die eine für den 3D-Betrieb erforderliche strukturierte Beleuchtung erzeugen. Als nachteilig stellt sich dabei allerdings heraus, daß ein solcher Lichtleiter nur mit hohem technologischen Aufwand herstellbar ist. Außerdem ist diese Beleuchtung im Zusammenhang mit der Anwendung in autostereoskopischen Displays im wesentlichen nur für zweikanalige 3D-Darstellungen geeignet.

Die US 5,349,379 beschreibt ein ebenfalls für autostereoskopische Displays vorgesehenes Beleuchtungssystem, bei dem eine Vielzahl schmaler länglicher Lampen derart gesteuert wird, daß ein aus zwei Perspektivansichten zusammengesetztes Bild strukturiert beleuchtet wird, wodurch das Bild dreidimensional wahrnehmbar ist. Nachteilig sind hierbei die notwendigerweise hohe Anzahl an Lampen und auch wieder die im wesentlichen auf zweikanalige 3D-Darstellungen eingeschränkte Verwendbarkeit dieses Beleuchtungssystems.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Beleuchtungsvorrichtung der eingangs genannten Art derart weiterzuentwickeln, daß eine verbesserte Lichtausnutzung möglich ist. Außerdem soll die Beleuchtungseinrichtung zur Verwendung in autostereoskopischen Displays geeignet sein und eine visuelle Wahrnehmbarkeit in der Weise ermöglichen, daß für einen Betrachter bei Betätigung der Beleuchtungsvorrichtung wahlweise eine zwei- oder dreidimensionale Darstellung ei-

ner Szene bzw. eines Gegenstandes möglich ist.

Bei einer Beleuchtungseinrichtung der vorbeschriebenen Art ist erfindungsgemäß die der abstrahlenden Großfläche gegenüberliegende zweite Großfläche mit einer aus Partikeln gebildeten, die Totalreflexion innerhalb des Lichtleiters störenden Beschichtung versehen, wobei das Störvermögen über die zweite Großfläche hinweg zwischen zwei vorgegebenen Grenzwerten inhomogen ist. In einer besonders bevorzugten Ausführung der Erfindung sind diese Grenzwerte von der Dichte der Beschichtung abhängig, wobei die Dichte ein Maß ist für den mittleren Abstand der Partikel pro Flächeneinheit.

Damit kann mit wenig aufwendigen technischen Mitteln auf einfache Art und Weise die Lichtdichteverteilung beeinflusst über die abstrahlende Großfläche hinweg eine gewünschte Lichtdichteverteilung erzeugt werden. Die Funktionsweise der Erfindung läßt sich wie folgt erklären:

Wie bereits dargelegt, breitet sich das Licht innerhalb des Lichtleiters im wesentlichen in Richtung der Großflächen aus, wobei kontinuierlich Licht als Nutzlicht an der abstrahlenden Großfläche austritt, da bei jeder Reflexion an der abstrahlenden Großfläche lediglich ein Teil des Lichtes infolge Totalreflexion wieder in den Lichtleiter hineinreflektiert wird. Mit der erfindungsgemäß auf die der abstrahlenden Großfläche gegenüberliegende zweite Großfläche aufgetragenen Beschichtung wird die Totalreflexion gestört, indem das Reflexionsverhalten durch Beeinflussung des Ausfallwinkels an der zweiten Großfläche so geändert wird, daß mehr Licht unter einem Winkel auf die abstrahlende Großfläche trifft, bei dem die Totalreflexion dort nicht mehr vollkommen stattfinden kann und dadurch eine größere Lichtmenge als Nutzlicht nach außen gelangt.

Der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, daß es sich bei dem hier beschriebenen Lichtleiter um einen transparenten Körper handelt, der beispielsweise aus Glas, Acrylglas oder Polystyrol, also aus einem dichteren Medium besteht als die umgebene Luft. Es ist bekannt, daß dort, wo die Mantelfläche eines Lichtleiters mit benachbarten Stoffen oder Gegenständen in engen Kontakt kommt, die Totalreflexion gestört wird und dabei Streustrahlungen die Folge sind. Dies ist in der Lichtleitertechnik grundsätzlich unerwünscht. Die vorliegende Erfindung jedoch nutzt diesen Effekt, um die Totalreflexion an einer Großfläche des Lichtleiters definiert zu stören, und zwar so, daß das Störvermögen an unterschiedlichen Abschnitten der Großfläche auch unterschiedlich ausgeprägt ist, wie im folgenden noch gezeigt wird.

Eine Ausgestaltungsvariante der Erfindung sieht vor, daß mit wachsendem Abstand x von einer Schmalfläche, in die das Licht eingekoppelt wird, das Störvermögen der Beschichtung zunehmend stärker ausgebildet ist. Dabei kann das Störvermögen progressiv in parallel zu dieser Schmalfläche ausgerichteten streifenförmigen Flächenabschnitten zunehmend ausgebildet sein. Im gesonderten Falle kann die der Einkopplung gegenüber liegende Schmalfläche reflektierend ausgebildet sein, so daß dorthin gerichtete Strahlung in den Lichtleiter zurückgeworfen wird.

Hierdurch ergibt sich eine im Hinblick auf die Technologie des Aufbringens der Beschichtung einfache Lösung, die für viele Anwendungszwecke ausreichend ist. So kann vorgesehen sein, daß in einem ersten Flächenabschnitt nahe der Schmalfläche eine Beschichtung aufgebracht ist, bei welcher der mittlere Abstand der Partikel pro Flächeneinheit groß und damit die Störung der Totalreflexion verhältnismäßig gering ist. Im nächsten parallel hierzu ausgerichteten Flächenabschnitt, der beispielsweise im Abstand x_1 von der Schmalfläche beginnt, ist der mittlere Abstand der Partikel pro Flächeneinheit kleiner als im ersten Flächenabschnitt

und damit die Störung der Totalreflexion stärker ausgeprägt. In einem dritten Flächenabschnitt, beginnend im Abstand x_2 von der betreffenden Schmalfläche, ist der mittlere Abstand der Partikel pro Flächeneinheit wiederum geringer, d. h. es sind mehr Partikel pro Flächeneinheit vorhanden, was zur Folge hat, daß die Totalreflexion in diesem Bereich noch stärker gestört wird. Das setzt sich in dieser Weise über die gesamte zweite Großfläche fort, wobei der am weitesten von der betreffenden Schmalfläche entfernte Flächenabschnitt die größte Dichte an Partikeln pro Flächeneinheit aufweist und damit auch das Störvermögen dort am ausgeprägtesten ist.

Damit wird in der Nähe der Lichtquelle bzw. nahe der Schmalfläche, in die das Licht eingestrahlt wird, zwar die Totalreflexion am wenigsten gestört, aufgrund der größeren Lichtintensität aber ein ausreichend großer Teil des Lichtes durch die abstrahlende Großfläche ausgekoppelt. Mit zunehmender Entfernung von der Schmalfläche und mit zunehmender Dichte der Partikel in der Beschichtung wird die Totalreflexion jedoch progressiv zunehmend stärker gestört, so daß in jedem der Bereiche der abstrahlenden Großfläche, die diesen Flächenabschnitten gegenüberliegen effektiv etwa ebenso viel Licht ausgekoppelt wird, wie nahe der Schmalfläche.

Auf diese Weise kann eine etwa homogen leuchtende Großfläche erzielt werden, die auch die dreifache meßbare Leuchtdichte pro Flächeneinheit aufweist, als dies bei vergleichbaren aus dem Stand der Technik bekannten Anordnungen der Fall ist. Dies macht sich insbesondere bei sehr großflächigen Lichtleitern bemerkbar, was für Großbildarstellungen von Vorteil ist.

Eine noch weitere Steigerung der Helligkeit ist mit einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung möglich, bei der das Störvermögen der Beschichtung mit wachsenden Abständen x_1 und x_2 , ausgehend von zwei Schmalflächen, in die jeweils Licht eingekoppelt wird, zunehmend stärker ausgebildet ist. Dabei kann es sich um zwei Schmalflächen handeln, die sich am Lichtleiter parallel gegenüberliegen. Auch in diesem Falle kann das Störvermögen der Beschichtung so ausgebildet sein, daß das Störvermögen progressiv in parallel zueinander und zu den Schmalflächen ausgerichteten streifenförmigen Abschnitten zunimmt, und zwar bis zu einem Maximum, das etwa in Mitte der Längsausdehnung der zweiten Großfläche liegt.

Bevorzugt ist als Beschichtung ein Lack außen auf die zweite Großfläche aufgebracht, wobei die örtliche Lackdichte ein Äquivalent für das Störvermögen an diesem Ort ist. Die Lackdichte kann nach der Funktion $d = f(x)$ definiert sein, wobei x das Maß für den Abstand von der Schmalfläche ist, in die das Licht eingekoppelt wird, und d einem Dichtewert entspricht. Dabei gilt beispielsweise $d = 1$ für einen vollständig lackierten Bereich und $d = 0$ für einen unlackierten Bereich der zweiten Großfläche.

In vorteilhafter Ausgestaltung kann als Dichtefunktion

$$d = f(x) = a_3 \cdot x^3 + a_2 \cdot x^2 + a_1 \cdot x + a_0$$

vorgegeben sein, wobei die Parameter a_0 , a_1 , a_2 und a_3 wählbar sind. Beispielsweise haben sich die Parameter $a_0 = 0$, $a_1 = 4$, $a_2 = -4$ und $a_3 = 0$ bewährt.

Es sei der Vollständigkeit halber darauf hingewiesen, daß sich der Gegenstand der Erfindung nicht auf Polynome dritten Grades beschränkt, sondern es kann in einzelnen Anwendungsfällen durchaus auch sinnvoll sein, eine Dichtefunktion in Form eines Polynoms höheren als des dritten Grades anzustreben.

Die erfindungsgemäße Anordnung kann weiterhin derart ausgestaltet sein, daß die Dichte d nicht nur in Abhängigkeit

von dem Abstand x von der Schmalfläche, in die das Licht eingekoppelt wird, vorgegeben ist, sondern auch in Abhängigkeit von der senkrecht dazu verlaufenden Koordinate y . Dann ist beispielsweise die Lackdichte nach der Funktion $d = f(x, y)$ definiert, wobei x wie schon vorherbeschrieben ein Maß für den Abstand von der Schmalfläche ist, in die das Licht eingekoppelt wird, y jedoch ein Maß für eine Position senkrecht zu diesem Abstand. Damit kann für jeden Ort x, y auf der zweiten Großfläche die Dichte der Beschichtung vorgegeben werden und Einfluß genommen werden auf die Lichtmenge, die in einem gegenüberliegenden Bereich durch die abstrahlende Großfläche austritt.

Die Dichtefunktion $d = f(x, y)$ kann vor allem dann von Interesse sein, wenn ein ganz bestimmtes Leuchtdichteprofil über die abstrahlende Großfläche hinweg erzeugt werden soll. So läßt sich mit der Funktion $d = 1$ für $[0,4 < x < 0,6$ und $0,4 < y < 0,6]$, sonst $d = 0$, ein besonders heller Fleck etwa in der Mitte der abstrahlenden Großfläche erzielen, wenn die Werte x bzw. y auch hier normiert sind, d. h. wenn beispielsweise gilt $x_{\min} = y_{\min} = 0$, $x_{\max} = y_{\max} = 1$. Auf diese Weise können besonders hohe Leuchtdichten in diesem mittleren Fleck erreicht werden.

Das Aufbringen des Lackes außen auf die zweite Großfläche kann durch ein übliches Druckverfahren, z. B. durch Siebdruck, erfolgen, indem ein der Dichtefunktion entsprechendes Bild erzeugt werden, das die gesamte zweite Großfläche einschließt, wobei auch hier wieder $d = 1$ für eine volllackierte Flächeneinheit und $d = 0$ eine nicht mit Lack versehene Flächeneinheit gilt. Die Erzeugung dieses Bildes kann gegebenenfalls eine Gradationskurve zugrunde gelegt werden.

In einer abgewandelten Ausführung kann die gesamte zweite Großfläche von außen homogen lackiert, d. h. mit einer Beschichtung gleichmäßiger Dichte versehen sein. Dann wird besonders viel Licht durch die abstrahlende Großfläche ausgekoppelt, wobei allerdings Inhomogenitäten auftreten, da nahe der einstrahlenden Lichtquelle die Intensität am größten ist.

Eine Vergleichmäßigung kann in diesem Falle mit einer über die abstrahlende Großfläche gelegten Folie erzielt werden, die das Licht abschnittsweise mehr oder weniger dämpft. Das Dämpfungsverhalten kann mit einer Funktion beschrieben werden, die der weiter oben genannten Dichtefunktion adäquat ist, wobei allerdings der Wert der größten Dichte hier eine maximale Dämpfung bzw. Auslöschung des Lichtes zur Folge hat. Die Vorteile bestehen im wesentlichen in preiswert herzustellenden Beleuchtungseinrichtungen, die sich aus wenigen Bauteilen technologisch einfach herstellen lassen und die insbesondere für helle Beleuchtungen mit ausgezeichneter Lichtausnutzung geeignet sind.

In einer weiteren besonderen Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Beschichtung aus einer Vielzahl von Partikeln mit höherem und Partikeln mit geringerem Störvermögen gebildet ist, die in vorgegebenen Mengenverhältnissen aufgebracht sind, wobei in Flächenbereichen der zweiten Großfläche, in denen die Totalreflexion stärker gestört werden soll, die Partikel mit höherem Störvermögen und in Flächenbereichen, in denen die Totalreflexion weniger stark gestört werden soll, die Partikel mit geringerem Störvermögen überwiegen. Sehr vorteilhaft lassen sich als Partikel mit höherem Störvermögen matte Silberteilchen und als Partikel mit geringerem Störvermögen glänzende Silberteilchen verwenden. Auch diese können mittels Druckverfahren aufgebracht werden, wobei es beispielsweise vorteilhaft ist, wenn in einem ersten Druckvorgang die glänzenden, in einem zweiten Druckvorgang die matten Silberteilchen aufgebracht werden.

Weiterhin kann vorgesehen sein, daß von der Beschich-

tung Teilbereiche ausgespart sind und die zweite Großfläche in diesen Teilbereich eine möglichst hohe Lichtdurchlässigkeit aufweist. In besonderen Fällen können diese Teilbereiche in regelmäßigen, frei wählbaren Mustern angeordnet sein, die sich dann als Sättigungsmuster auf der abstrahlenden Großfläche ausdragen.

Die vorstehend erläuterte Beleuchtungsanordnung einschließlich ihrer Ausgestaltungsvarianten ist ausgezeichnet zur Verwendung in autostereoskopischen Displays geeignet, die mit einer transluzenten Bildwiedergabe arbeiten. Insofern wird die Aufgabe der Erfindung auch gelöst im Hinblick auf die Möglichkeit, bei Betätigung der Beleuchtungsanordnung wahlweise zwischen einer zwei- oder dreidimensionalen Wahrnehmbarkeit einer dargestellten Szene bzw. eines Gegenstandes zu wählen.

Erfindungsgemäß ist die Beleuchtungsanordnung dabei zwischen einer Bildwiedergabeeinrichtung und einem Wellenlängenfilterarray angeordnet; die Bildwiedergabeeinrichtung ist zur Darstellung eines Kombinationsbildes aus einer Vielzahl von Bildelementen ausgebildet, die Informationen aus mehreren Ansichten der Szene/des Gegenstandes wiedergeben; das Wellenlängenfilterarray weist eine Vielzahl von in vorgegebenen Wellenlängenbereichen lichtdurchlässigen Wellenlängenelementen auf; dem Wellenlängenfilterarray ist eine zusätzliche Lichtquelle nachgeordnet; es sind Mittel vorgesehen, mit denen in einem ersten Betriebsmodus zwecks dreidimensionaler Darstellung Licht ausschließlich von der zusätzlichen Lichtquelle durch das Wellenlängenfilterarray und die Bildwiedergabeeinrichtung hindurch zu einem Betrachter gelangt oder in einem zweiten Betriebsmodus überwiegend oder ausschließlich Licht der erfindungsgemäßen, zwischen dem Wellenlängenfilterarray und der Bildwiedergabeeinrichtung positionierten Beleuchtungsanordnung zu dem Betrachter gelangt, dessen Blick auf die Reihenfolge Bildwiedergabeeinrichtung, Beleuchtungsanordnung, Wellenlängenfilterarray und zusätzliche Lichtquelle gerichtet ist.

Besonders vorteilhaft ist, wenn im ersten Betriebsmodus nur die zusätzliche Lichtquelle eingeschaltet ist. Dagegen sind im zweiten Betriebsmodus sowohl die zusätzliche Lichtquelle als auch die in den Lichtleiter einstrahlende Lichtquelle eingeschaltet oder es ist die zusätzliche Lichtquelle ausgeschaltet, dagegen die in den Lichtleiter einstrahlende Lichtquelle eingeschaltet.

Auf diese Weise ist es möglich, bei entsprechend gewähltem Betriebsmodus den autostereoskopischen Effekt bei der Darstellung der Szene bzw. des Gegenstandes hervor- oder aufzuheben, so daß für einen Betrachter entweder die dreidimensionale oder lediglich eine zweidimensionale Wahrnehmung möglich ist, wie später noch ausführlich gezeigt werden wird.

Als alternatives Mittel zur Auswahl der Betriebsmodi kann zwischen der zusätzlichen Lichtquelle und dem Wellenlängenfilterarray ein ansteuerbarer Shutter angeordnet sein, der je nach Ansteuerung den von der Lichtquelle ausgehenden Strahlengang unterbricht oder freigibt. So wird auf einfache Weise erreicht, daß über die gesamte Bildfläche hinweg entweder eine zweidimensionale oder eine dreidimensionale Darstellung angeboten wird. Abweichend davon kann auf vorgegebenen Flächenabschnitten der abstrahlenden Großfläche eine dreidimensionale, zur gleichen Zeit auf den übrigen Flächenabschnitten nur zweidimensionale Darstellung erzeugt werden, wenn der Shutter so ausgebildet ist, daß er abschnittsweise angesteuert werden kann.

Die Aufgabe der Erfindung wird weiterhin auch noch gelöst mit einer Beleuchtungsanordnung für ein Display zur autostereoskopischen Wiedergabe, welches eine aus einer Vielzahl von Bildwiedergabeelementen gebildete Bildwiedergabeeinrichtung, ein Wellenlängenfilterarray mit einer Vielzahl von in vorgegebenen Wellenlängenbereichen lichtdurchlässigen Wellenlängenelementen sowie eine in Blickrichtung eines Betrachters hinter dem Wellenlängenfilterarray angeordnete flächige Lichtquelle umfaßt, wobei erfindungsgemäß vorgesehen ist, daß das Wellenlängenfilterarray mindestens auf der der Lichtquelle abgewandten Seite mit spiegelnden oder streuenden Oberflächenelementen ausgestattet ist und weiterhin Mittel vorgesehen sind, durch welche Licht zumindest zeitweise auf diese Oberflächenelemente gerichtet ist.

Dabei ist in einem ersten Betriebsmodus lediglich Strahlung auf die der flächigen Lichtquelle zugewandten Seite des Wellenlängenfilterarrays gerichtet. In einem zweiten Betriebsmodus ist Strahlung auf beide Seiten des Wellenlängenfilterarrays gerichtet. In einem dritten Betriebsmodus dagegen trifft nur Strahlung auf die mit Oberflächenelementen versehene, der flächigen Lichtquelle abgewandte Seite des Wellenlängenfilterarrays.

Der erste Betriebsmodus ermöglicht die dreidimensionale Wiedergabe der Szene, die auf dem bilddarstellenden Raster der Bildwiedergabeeinrichtung in mehreren Perspektivansichten dargestellt ist. Der dreidimensionale Eindruck entsteht für den Betrachter deshalb, weil für jedes Auge des Betrachters, beeinflußt durch die Positionen der Wellenlängenelemente relativ zu den Positionen zugeordneter Bildwiedergabeelemente bzw. durch die damit festgelegten Ausbreitungsrichtungen des Lichts, nur Bildinformationen aus zugeordneten Perspektivansichten sichtbar sind.

Im zweiten und dritten Betriebsmodus, in denen nicht bzw. nicht nur das durch das Wellenlängenfilterarray hindurch gerichtete Licht in die Augen des Betrachters gelangt, sondern auch das auf die der flächigen Lichtquelle abgewandte Seite des Wellenlängenfilterarrays (und damit auf die Oberflächenelemente) gerichtete und von dort reflektierte Licht durch das bilddarstellende Raster hindurch für den Betrachter sichtbar ist, ist die Wirkung der Richtungsselektion und damit auch die Zuordnung von Bildinformationen zu dem rechten oder linken Auge aufgehoben, was zur Folge hat, daß die Darstellung der Szene/des Gegenstandes vom Betrachter lediglich zweidimensional wahrgenommen wird.

Der Unterschied zwischen dem zweiten und dem dritten Betriebsmodus besteht darin, daß im zweiten Betriebsmodus aufgrund des zusätzlichen Lichtdurchsatzes durch das Wellenlängenfilterarray rückseitig mehr Licht auf das bilddarstellende Raster einfällt und damit die Helligkeit des zweidimensional erscheinenden Bildes verstärkt wird. Im dritten Betriebsmodus dagegen erscheint die zweidimensionale Darstellung bei geringer Helligkeit.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung sind zusätzliche Lichtquellen zur Beleuchtung der mit Oberflächenelementen versehenen Seite des Wellenlängenfilterarrays vorgesehen und diese zusätzlichen Lichtquellen sowie auch die flächige Lichtquelle jeweils mit separat ansteuerbaren Ein-/Ausschaltern gekoppelt.

Damit ist es in einfacher Weise je nach Ansteuerung der Ein-/Ausschalter möglich, entweder mit der flächigen Lichtquelle lediglich die (vom Betrachter aus) rückseitige Fläche des Wellenlängenfilterarrays, die mit Oberflächenelementen versehene betrachterseitige und die rückseitige Fläche des Wellenlängenfilterarrays oder nur die mit Oberflächenelementen versehene betrachterseitige Fläche des Wellenlängenfilterarrays zu beleuchten und wie oben beschrieben, dem Betrachter je nach Betriebsmodus eine zwei- oder dreidimensionale Wahrnehmung der Szene bzw. des Gegenstandes anzubieten.

In einer alternativen Ausgestaltungsvariante können an-

stelle der Ein-/Ausschalten LC-Shutter vorgesehen sein, die in den auf die jeweilige Seite des Wellenlängenfilterarrays gerichteten Strahlengängen positioniert und so ansteuerbar sind, daß entsprechend den drei Betriebsmodi nur Strahlung auf die rückseitige Fläche des Wellenlängenfilterarrays, auf die rückseitige und auf die dem Betrachter zugewandte (mit Oberflächenelementen versehene) Fläche oder nur auf die dem Betrachter zugewandte Seite des Wellenlängenfilterarrays gerichtet sind.

Alternativ kann die Beleuchtung nur der einen Seite oder beider Seiten des Wellenlängenfilterarrays auch mit Hilfe von schwenkbar gelagerten Reflektoren erzielt werden, die seitlich zum Wellenlängenfilterarray und in Relation zu der flächigen Lichtquelle so positioniert sind, daß in einer ersten Schwenkposition die von der flächigen Lichtquelle ausgehende Strahlung nur auf die Rückseite des Wellenlängenfilterarrays, in einer zweiten Schwenkposition die von der flächigen Lichtquelle ausgehende Strahlung auf beide Seiten des Wellenlängenfilterarrays gerichtet ist. Auf die zusätzlichen Lichtquellen kann in diesem Falle verzichtet werden. Als flächige Lichtquelle kann eine von mehreren Lampen gespeiste Einrichtung vorgesehen sein.

Eine besonders bevorzugte Ausgestaltung sieht vor, daß die Oberflächenelemente lediglich auf die opaken Flächenbereiche eines insbesondere als LC-Displays ausgebildeten Wellenlängenfilterarrays aufgebracht sind.

Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen

Fig. 1 die prinzipielle Darstellung der erfindungsgemäßen Beleuchtungsvorrichtung mit einer Lichtquelle und einem planen Lichtleiter;

Fig. 2 ein Beispiel für eine mögliche Strukturierung der Dichte d der Beschichtung in einer stark vergrößerten Darstellung;

Fig. 3 ein Beispiel der erfindungsgemäßen Beleuchtungsvorrichtung mit einer weiteren Lichtquelle zur Einkopplung von Licht in den Lichtleiter;

Fig. 4 ein Beispiel für die Strukturierung der Dichte d der Beschichtung 4 bei Ausführung der erfindungsgemäßen Beleuchtungsvorrichtung entsprechend Fig. 3 in einer stark vergrößerten Darstellung;

Fig. 5 bis Fig. 7 Beispiele für unterschiedliche Dichteverteilungen über die zweite Großfläche hinweg bei Ausführung der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung gemäß Fig. 1;

Fig. 8 ein Beispiel für die Dichteverteilung über die zweite Großfläche hinweg bei Ausführung der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung gemäß Fig. 3;

Fig. 9 ein Beispiel für den prinzipiellen Aufbau einer Anordnung zur zwei- oder dreidimensionalen Darstellung, in welche die erfindungsgemäße Beleuchtungsvorrichtung integriert ist;

Fig. 10 ein stark vergrößerter Ausschnitt aus der Struktur des Wellenlängenfilterarrays;

Fig. 11 ein stark vergrößerter Ausschnitt aus der Bildstruktur der Bildwiedergabeeinrichtung;

Fig. 12 ein prinzipieller Aufbau einer Anordnung zur wahlweise zwei- oder dreidimensionalen Darstellung, in welcher die erfindungsgemäße Beleuchtungsvorrichtung integrierbar ist;

Fig. 13 ein Beispiel für die erfindungsgemäße Anordnung von streuenden oder spiegelnden Oberflächenelementen auf dem Wellenlängenfilterarray;

Fig. 14 ein weiteres Ausgestaltungsbeispiel der erfindungsgemäßen Beleuchtungsvorrichtung.

In Fig. 1 ist eine Beleuchtungsvorrichtung dargestellt, die eine Lichtquelle 1 und einen planen Lichtleiter 2 umfaßt.

Der Lichtleiter 2 ist durch zwei einander gegenüberliegende Großflächen 2.1 und 2.2 sowie durch umlaufende Schmalflächen begrenzt, von denen in der gewählten Darstellung lediglich Schnitte zu sehen sind.

Die zwei weiteren den Lichtleiter 2 begrenzenden Schmalflächen sind parallel unterhalb und oberhalb der Zeichenebene vorstellbar.

Die Lichtquelle 1 besteht beispielsweise aus einer stabförmigen Lampe, deren Längsausrichtung senkrecht zur Zeichenebene ausgerichtet ist, wobei die Lichtquelle 1 in bezug auf die Schmalfläche 2.3 so positioniert ist, daß die von ihr ausgehende Strahlung durch die Schmalfläche 2.3 hindurch in den Lichtleiter 2 eingekoppelt wird. Die eingekoppelte Strahlung wird zu einem Teil L_1 innerhalb des Lichtleiters hin- und herreflektiert und zu einem Teil L_2 als Nutzlicht über die Großfläche 2.1 abgestrahlt.

Um nun die Lichtdichteverteilung über die abstrahlende Großfläche 2.1 hinweg in einem vorgegebenen Maß zu beeinflussen zu können, ist erfindungsgemäß auf der der abstrahlenden Großfläche 2.1 gegenüberliegenden Großfläche 2.2 eine die Totalreflexion störende Beschichtung 4 vorgesehen, die aus einzelnen Partikeln besteht und deren Störvermögen über die flächige Ausdehnung der Großfläche 2.2 hinweg zwischen zwei Grenzwerten inhomogen ist. Die Grenzwerte des Störvermögens sind mit der Dichte der Beschichtung bestimmt, wobei die Dichte der Beschichtung ein Maß für den mittleren Abstand der Partikel zueinander pro Flächeneinheit ist.

Der Lichtquelle 1 kann in einer bevorzugten Ausgestaltung noch ein Reflektor 3 zugeordnet sein, der zur Erhöhung der Intensität der auf die Schmalfläche 2.3 gerichteten Strahlung beiträgt.

Fig. 2 zeigt ein Beispiel dafür, wie die Dichte d der Beschichtung 4 und damit deren Störvermögen über die Großfläche 2.2 hinweg strukturiert sein kann. Die Großfläche 2.2 ist mit Blickrichtung A aus Fig. 1 stark vergrößert dargestellt.

Die über die Großfläche 2.2 hinweg unterschiedliche Dichte ist durch Schraffuren mit unterschiedlichem Abstand der Schraffurlinien symbolisiert. Es sei angenommen, daß in Flächenbereichen mit größerem Abstand der Schraffurlinien zueinander eine geringere Dichte, in Flächenabschnitten mit geringerem Abstand zwischen den Schraffurlinien eine größere Dichte und damit ein ausgeprägteres Störvermögen der Beschichtung 4 gegeben ist.

Aus Fig. 2 in Beziehung zu Fig. 1 geht weiterhin hervor, daß nahe der Schmalfläche 2.3, durch welche das Licht in den Lichtleiter 2 eingekoppelt wird, die Dichte bzw. das Störvermögen gering, mit wachsendem Abstand x von dieser Schmalfläche 2.3 jedoch progressiv von Flächenabschnitt zu Flächenabschnitt zunehmend stärker ausgebildet ist.

Dies hat zur Folge, daß in der Nähe der Schmalfläche 2.3 aufgrund der geringsten Dichte der Beschichtung 4 die Totalreflexion am wenigsten gestört wird, trotzdem aber infolge der aufgrund der Nähe der Lichtquelle 1 hohen Lichtintensität ein Teil L_2 des Lichtstromes aus der Großfläche 2.1 austritt, der im wesentlichen ebenso groß ist wie der durch die Großfläche 2.1 hindurchtretende Lichtstrom in größerer Entfernung x von der Schmalfläche 2.3, da mit zunehmender Entfernung x zwar die Lichtintensität geringer, aufgrund der zunehmenden Störung der Totalreflexion aber mehr Licht durch die abstrahlende Großfläche 2.1 ausgekoppelt wird.

Mit zunehmenden Abstand x von der Schmalfläche 2.3 nimmt demnach zwar die Lichtintensität ab, jedoch das Störvermögen der Beschichtung 4 zu, was bei entsprechender Auslegung der Dichte d dazu führt, daß über die gesamte

Großfläche 2.1 hinweg das Licht mit nahezu gleicher Intensität abgestrahlt wird.

Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem eine weitere Lichtquelle 5 vorgesehen ist und die von der Lichtquelle 5 ausgehende Strahlung noch zusätzlich durch die Schmalfläche 2.4 in den Lichtleiter 2 eingekoppelt wird. Um in diesem Falle eine Vergleichmäßigung der Lichtabstrahlung über die Großfläche 2.1 zu erzielen, ist in einer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, die nicht zweite Großfläche 2.2 mit einer Beschichtung 4 zu versehen, deren Störvermögen in diesem Falle von beiden Schmalflächen 2.3 und 2.4 ausgehend zur Mitte des Lichtleiters 2 hin bis zu einem gemeinsamen Maximum zunehmend stärker ausgebildet ist. Dies ist schematisch anhand Fig. 4 dargestellt.

Auf diese Weise wird erreicht, daß mit zunehmenden Abständen x von den Schmalflächen 2.3 und 2.4 die Beschichtung 4 die Totalreflexion von Flächenabschnitt zu Flächenabschnitt stärker stört und dadurch dafür gesorgt wird, daß trotz abnehmender Lichtintensität immer noch die gleiche bzw. eine ausreichende Lichtmenge durch die Großfläche 2.1 als Nutzlicht abgestrahlt wird.

Die aus einer Vielzahl einzelner Partikel bestehende Beschichtung 4 kann durch unterschiedliche Materialien realisiert werden. So ist es beispielsweise denkbar, daß Partikel mit höherem und Partikel mit geringerem Störvermögen vorgesehen sind und diese beiden Arten von Partikeln in einem vorgegebenen Mengenverhältnis auf die Großfläche 2.2 aufgebracht werden. Dabei überwiegen in Flächenbereichen, in denen die Totalreflexion stärker gestört werden soll, Partikel mit höherem Störvermögen und in Flächenbereichen, in denen die Totalreflexion weniger stark gestört werden soll, die Partikel mit geringerem Störvermögen. Beispielsweise können die Partikel mit höherem Störvermögen matte Silberteilchen und die Partikel mit geringerem Störvermögen glänzende Silberteilchen sein.

Eine alternative Ausführung hierzu, die technologisch einfacher herstellbar ist, sieht eine aus einem Lack bestehende Beschichtung 4 vor. In diesem Falle ist die örtliche Lackdichte ein Äquivalent für das Störvermögen an einem betreffenden Ort. Ist beispielsweise die Lackdichte mit der Funktion $d = f(x)$ definiert, ist x wie bereits angegeben das Maß für den Abstand von der Schmalfläche 2.3 und/oder der Schmalfläche 2.4 und d ein Maß für die Dichte mit den Grenzwerten $d = 0$ und $d = 1$, wobei 1 das Störvermögen bei größter Lackdichte und 0 das Störvermögen bei fehlender Lackschicht angeben. Beispielsweise sind in

$$d = f(x) = a_3 \cdot x^3 + a_2 \cdot x^2 + a_1 \cdot x + a_0$$

die Parameter a_0 , a_1 , a_2 und a_3 wählbar. Als vorteilhafte Parametersätze haben sich im Zusammenhang mit der Anordnung nach Fig. 1 bewährt

$$a_0 = 0; a_1 = 0,5; a_2 = 2; a_3 = -0,5 \quad (1);$$

$$a_0 = 0; a_1 = 0; a_2 = 1; a_3 = 0 \quad (2);$$

$$a_0 = 0; a_1 = 0,5; a_2 = -0,5; a_3 = 1 \quad (3).$$

Für die Anordnung nach Fig. 3 kann vorteilhaft vorgegeben werden

$$a_0 = 0, a_1 = 4, a_2 = -4 \text{ und } a_3 = 0 \quad (4).$$

In Fig. 5 bis Fig. 8 ist für die Parametersätze (1) bis (4) die Dichteverteilung in Abhängigkeit vom Abstand x dargestellt. Die Parameter sind grundsätzlich frei wählbar. Jedoch ist darauf zu achten, daß die Funktion $d = f(x)$ im Defini-

tionbereich $[x_{\min}, x_{\max}]$ Werte $0 \leq d \leq 1$ liefert. Dabei beschreiben die Werte x_{\min} und x_{\max} trivialerweise die horizontale Ausdehnung der zu lackierenden Großfläche 2.2. Vorzugsweise ist $x_{\min} = 0$ der Position der Schmalfläche 2.3 bzw. 2.4 zugeordnet, in die das Licht eingekoppelt wird, und x_{\max} kann durch einfache Normierung auf den Wert 1 gebracht werden. Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 und Fig. 3 ist x_{\min} der Position der Schmalfläche 2.3 zugeordnet.

Werden Lichtquellen 1, 5 verwendet, die in Richtung y (vgl. Fig. 2 und Fig. 4) Licht mit inhomogener Intensität abstrahlen, so kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, die Dichte nicht nur in Richtung x , sondern auch in Richtung y zu variieren, wodurch die Dichtefunktion dann die Form $d = f(x, y)$ erhält.

In ähnlicher Weise wie bereits beschrieben wird damit erreicht, daß an Orten innerhalb des Lichtleiters 2 mit geringerer Intensität die Großfläche 2.2 eine dichtere Beschichtung 4 aufweist, wobei die Totalreflexion stärker dort gestört ist und dadurch die durch die Großfläche 2.1 hindurchtretende Menge an Nutzlicht bzw. die Intensität des Nutzlichtes erhöht wird. Dagegen ist an Orten höherer Intensität entlang der Koordinate y eine geringere Dichte d und damit ein geringeres Störvermögen vorgesehen, wobei trotzdem eine ausreichende Lichtmenge als Nutzlicht durch die Großfläche 2.1 nach außen gelangt. Es wird also zusätzlich auch in Richtung der Koordinate y eine Vergleichmäßigung der abgestrahlten Lichtmenge erzielt.

Selbstverständlich kann die Erfindung nicht nur dazu genutzt werden, die durch die Großfläche 2.1 abgestrahlte Lichtmenge zu vergleichmäßigen, sondern es kann mit der Variation der Dichte d , wenn diese in entsprechender Weise vorgegeben ist, vor allem auch erreicht werden, daß durch bevorzugte Flächenabschnitte der Großfläche 2.1 Licht mit höherer Lichtintensität abgestrahlt wird als durch andere Flächenabschnitte. Auf diese Weise lassen sich je nach Vorgabe Lichtstrukturen und -figuren erzeugen, die sich durch größere oder geringere Helligkeit von ihrer Umgebung auf der Großfläche 2.1 abheben. Auf diese Weise kann bei Bedarf ein besonders heller Fleck in der Mitte der abstrahlenden Großfläche 2.1 erzielt werden, wie weiter oben bereits dargestellt wurde.

In einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung kann beispielhaft die gesamte Großfläche 2.2 homogen lackiert bzw. verspiegelt werden, so daß besonders viel Licht durch die Großfläche 2.1 – dann allerdings nicht mit homogener Verteilung – abgestrahlt wird.

Im folgenden wird die Verwendung der erfindungsgemäßen Beleuchtungsanordnung in einer Anordnung zur wahlweise dreidimensionalen oder zweidimensionalen Darstellung einer Szene/eines Gegenstandes ausführlicher erläutert. Eine solche Anordnung, in welche die Beleuchtungsanordnung integriert ist, ist in ihrem prinzipiellen Aufbau in Fig. 9 dargestellt.

Diesbezüglich sind in der Blickrichtung B eines Betrachters zunächst eine Bildwiedergabeeinrichtung 6 in Form eines transluzenten LC-Displays, dann ein Lichtleiter 2, ein Wellenlängenfilterarray 7 und eine Planbeleuchtungsquelle 8 angeordnet, wobei letztere beispielsweise als Planon-Lichtkachel (Hersteller "OSRAM") ausgebildet sein kann. Zur Homogenisierung der Strahlungsintensität, die von der Planbeleuchtungsquelle 8 ausgeht, kann zwischen der Planbeleuchtungsquelle 8 und dem Wellenlängenfilterarray 7 eine Streuscheibe eingeordnet sein, die hier jedoch zeichnerisch nicht wiedergegeben ist. Die Beschichtung 4 kann dabei in einer besonderen Ausführungsform eine zugleich das Filterarray bildende Lackschicht sein.

Auf der Bildwiedergabeeinrichtung 6 werden Kombinationsbilder dargestellt, die Bildinformationen aus mehreren

Ansichten, insbesondere Perspektivansichten der darzustellenden Szene bzw. des Gegenstandes, beinhalten. Um zu gewährleisten, daß der Betrachter stets gleichzeitig Bildinformationen aus unterschiedlichen Ansichten, d. h. aus unterschiedlichen Bildkanälen, sieht, wird das Wellenlängenfilterarray 7 in Abhängigkeit von den einzelnen Bildwiedergabeelementen der Bildwiedergabeeinrichtung 6, bevorzugt in Pixel- oder Subpixelgröße, strukturiert. Beispielhaft ist in Fig. 10 eine mögliche Struktur für das Wellenlängenfilterarray und in Fig. 11 eine Zuordnung der Perspektivansichten zu den Bildelementen der Bildwiedergabeeinrichtung 6 dargestellt.

So sind in Fig. 10 in einem stark vergrößerten Ausschnitt einzelne Filterelemente des Wellenlängenfilterarrays 7 entsprechend ihrer Durchlässigkeit für bestimmte Wellenlängenbereiche gekennzeichnet. Dabei sind die mit R' gekennzeichneten Filterelemente lediglich im Bereich des roten Lichtes, die mit G' gekennzeichneten Filterelemente lediglich im Bereich des grünen Lichtes und die mit B' gekennzeichneten Filterelemente lediglich im Bereich des blauen Lichtes durchlässig. Mit S sind Filterelemente gekennzeichnet, die lichtundurchlässig sind.

Fig. 11 zeigt einen ebenfalls stark vergrößerten Ausschnitt der Struktur zugeordneter Bildwiedergabeelemente der Bildwiedergabeeinrichtung 6. Während in Fig. 10 jedes Quadrat einem Filterelement entspricht, entspricht in Fig. 11 jedes Quadrat einem Bildwiedergabeelement. Die in die Bildwiedergabeelemente eingetragenen Ziffern bezeichnen jeweils eine von acht Perspektivansichten, aus denen die jeweilige Bildinformation stammt. Auf der Bildwiedergabeeinrichtung 6 erscheint also ein Kombinationsbild, das entsprechend Fig. 11 aus einzelnen Bildinformationen von acht Perspektivansichten zusammengesetzt ist. Über das gesamte Raster der Bildwiedergabeeinrichtung 6, das wie bereits dargestellt ein LC-Display sein kann, ist die Anzahl der Bildwiedergabeelemente wesentlich größer als hier dargestellt, und die Ausdehnung der einzelnen Bildwiedergabeelemente ist wesentlich geringer.

Die Rasterung der Filterelemente und der Bildwiedergabeelemente sind bezüglich ihrer Abmessungen zueinander proportional oder identisch. Autostereoskopische Einrichtungen, die nach diesem Prinzip arbeiten, sind bekannt und müssen deshalb hier nicht näher erläutert werden. Statt dessen soll hier auf die Funktion der in diese Anordnung integrierten erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung eingegangen werden.

Diesbezüglich zeigt Fig. 9 die schon im ersten Ausführungsbeispiel erwähnte Lichtquelle 1 mit dem Reflektor 3, die nahe der Schmalfläche 2.3 des Lichtleiters 2 angeordnet ist, so daß die von der Lichtquelle 1 ausgehende Strahlung mit möglichst hoher Intensität durch die Schmalfläche 2.3 hindurch in den Lichtleiter 2 eingekoppelt wird. Sowohl die Lichtquelle 1 als auch die Planbeleuchtungsquelle 8 sind mit separat ansteuerbaren Ein-/Ausschaltern gekoppelt, wodurch es möglich ist, entweder nur die Lichtquelle 1 oder nur die Planbeleuchtungsquelle 8 oder auch beide zu betreiben. Damit lassen sich die bereits genannten beiden Betriebsmodi realisieren.

In dem ersten Betriebsmodus, in dem die Planbeleuchtungsquelle 8 ein-, dagegen aber die Lichtquelle 1 ausgeschaltet ist, erreicht der Beleuchtungsstrahlengang durch das Wellenlängenfilterarray 7, den Lichtleiter 2 und die Bildwiedergabeeinrichtung 6 hindurch die Augen des Betrachters, wobei beiden Augen, vorgegeben durch die Position der Wellenlängenfilterelemente relativ zu den Positionen der zugeordneten Bildwiedergabeelemente, unterschiedliche Bildinformationen angeboten werden und insofern für den Betrachter ein räumlicher Eindruck der auf der

Bildwiedergabeeinrichtung dargestellten Szene bzw. des Gegenstandes entsteht.

Im zweiten Betriebsmodus ist auch oder nur die Lichtquelle 1 eingeschaltet, was zur Folge hat, daß überwiegend oder ausschließlich Licht zum Betrachter gelangt, das zwar von der Großfläche 2.1 kommt und Bildinformationen mit sich führt, jedoch nicht das Wellenlängenfilterarray 7 passiert hat. Damit entfällt die Selektion und Richtungsvorgabe für ausgewählte Bildinformationen und deren Zuordnung zu dem rechten oder linken Auge des Betrachters, so daß die dreidimensionale Wahrnehmung nicht möglich ist. Sind beide Lichtquellen 1 und 8 eingeschaltet, gilt letztere Feststellung insbesondere dann, wenn der noch durch das Wellenlängenfilterarray 7 dringende Lichtanteil bezogen auf die Leuchtdichte pro Flächeneinheit deutlich geringer ist, als der bezogen auf die Großfläche 2.1 von der Lichtquelle 1 herrührende Lichtanteil.

Das vom Wellenlängenfilterarray 7 im wesentlichen unbeeinflusste Licht durchdringt in diesem Fall die Bildwiedergabeeinrichtung 6 und trägt die Bildinformationen gleichberechtigt zu beiden Augen des Betrachters, so daß dieser die auf der Bildwiedergabeeinrichtung 6 die Szene/den Gegenstand zweidimensional wahrnimmt.

Die Beschichtung 4 dient in diesem Falle dazu, möglichst viel Nutzlicht über die Großfläche 2.1 bei eingeschalteter Lichtquelle 1 abzustrahlen. Die Beschichtung 4 ist in dem hier gewählten Beispiel vorzugsweise aus matten und glänzenden Silberpartikeln gebildet.

Zur Vergleichmäßigung der Einkopplung des Lichtes von der Lichtquelle 1 in den Lichtleiter 2 können zwischen Lichtquelle 1 und Lichtleiter 2 (nicht dargestellte) Zylinderlinsen oder auch eine Streuscheibe vorgesehen sein. Die Dichtestruktur der Beschichtung 4 ist in diesem Fall beispielsweise wie in Fig. 2 dargestellt ausgebildet, wodurch erreicht wird, daß die Intensität des über die Großfläche 2.1 abgestrahlten Nutzlichtes über die gesamte Großfläche 2.1 weitestgehend gleichmäßig ist und insofern eine gleichmäßig verteilte Bildhelligkeit gewährleistet ist.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel soll nachfolgend eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung, wiederum im Zusammenhang mit einem Displays zur autostereoskopischen Wiedergabe, vorgestellt und erläutert werden, wobei auch hierbei die Beleuchtungsvorrichtung erfindungsgemäß die Umschaltung von einer dreidimensionalen Wiedergabe auf eine zweidimensionale Wiedergabe und umgekehrt ermöglicht.

Den prinzipiellen Aufbau einer solchen Anordnung zeigt Fig. 12. Schematisch dargestellt sind dort eine Planbeleuchtungsquelle 9, ein Wellenlängenfilterarray 10 und eine mit einer Ansteuerelektronik 12 gekoppelte Bildwiedergabeeinrichtung 11. Die Planbeleuchtungsquelle 9 besteht beispielsweise ebenfalls aus einer OSRAM-Flachlampe "Planon". Denkbar ist auch die Verwendung einer flächigen Lichtquelle, wie sie in herkömmlichen LC-Displays genutzt wird. Aus der Blickrichtung B eines Betrachters ist zunächst die Bildwiedergabeeinrichtung 11, dahinter das Wellenlängenfilterarray 10 und hinter diesem die Planbeleuchtungsquelle 9 angeordnet. Das Wellenlängenfilterarray 10 besteht aus einer Vielzahl von Filterelementen etwa mit den Abmessungen 0,99 mm (Breite) und 0,297 mm (Höhe). Diese Abmessungen sind abgestimmt auf ein Farb-LC-Display "Batron BT 63212", das als Bildwiedergabeeinrichtung 11 dienen soll. Der Abstand zwischen Bildwiedergabeeinrichtung 11 und Wellenlängenfilterarray 10 beträgt im gewählten Beispiel 2 mm.

Die Zuordnung der einzelnen Bildwiedergabeelemente der Bildwiedergabeeinrichtung 11 zu den einzelnen Filterelementen des Wellenlängenfilterarrays 10 entspricht den

Darstellungen nach Fig. 10 und Fig. 11. Die Ansteuerelektronik 12 hat die Funktion eines Bezeichners, die darin besteht, das Kombinationsbild in vorgegebenen Zeittakten zu verändern. So können beispielsweise in größeren Zeitabständen Standbilder gegeneinander ausgetauscht werden oder durch Austausch in entsprechend kürzeren Zeitabständen, die die Trägheit des Auges berücksichtigen, bewegte Bilder erzeugt werden.

Wie in Fig. 11 dargestellt, werden dem Kombinationsbild acht Perspektivansichten zugrunde gelegt, d. h. die Bildinformationen werden aus acht Perspektivansichten bezogen und zu einem Gesamtbild kombiniert. Jedes der in Fig. 11 als Quadrat dargestellte Subpixel hat in bezug auf eine Perspektivansicht stets exakt die gleiche Position innerhalb des Bildrasters. Dieses Raster ist auch hier wesentlich größer als in Fig. 11 dargestellt und besteht entsprechend dem bereits genannten LC-Display des vorgenannten Typs beispielsweise aus 1024 Spalten und 768 Zeilen. Die Bildkombination und Bildgeneration auf diesem LC-Display wird durch die Ansteuerelektronik 12 besorgt.

Erfindungsgemäß ist nun vorgesehen, daß die opaken Teilflächen auf der der Planbeleuchtungsquelle 9 abgewandten Seite des Wellenlängenfilterarrays 10 mit streuenden Oberflächenelementen 13 beschichtet sind. Die streuenden Oberflächenelemente 13 sind beispielsweise in eine 0,5 mm dicke Scheibe durch Ätzen eingearbeitet. Diese Ätzungen sind lediglich in Flächenbereichen vorgesehen, die den in Fig. 10 mit S bezeichneten opaken Filterelementen entsprechen. Die übrigen mit R', G' und B' bezeichneten Filterelemente bleiben von dieser Ätzung bzw. von streuenden Oberflächenelementen 13 frei und sind insofern ungehindert transparent.

Seitlich neben der so mit streuenden Oberflächenelementen 13 strukturierten Außenfläche des Wellenlängenfilterarrays 10 sind zusätzliche Lichtquellen 14 positioniert (vgl. Fig. 13), und zwar so, daß die von den zusätzlichen Lichtquellen 14 ausgehende Strahlung auf die streuenden Oberflächenelemente 13 trifft. Auch können den zusätzlichen Lichtquellen 14 Reflektoren 15 zugeordnet sein, die für eine Erhöhung der Intensität der auf die streuenden Oberflächenelemente 13 gerichteten Strahlung sorgen.

Bevorzugt werden stabförmige Lampen verwendet, deren Ausdehnung etwa der Längenausdehnung des Wellenlängenfilterarrays 10 senkrecht zur Zeichenebene entspricht. Bei der Positionierung der zusätzlichen Lichtquellen 14 ist zu beachten, daß die der Planbeleuchtungsquelle 9 zugewandte Seite der Wellenlängenfilterarrays 10 von den zusätzlichen Lichtquellen 14 nicht beleuchtet wird.

Bei eingeschalteten zusätzlichen Lichtquellen 14 trifft das von dort ausgehende Licht nicht nur auf die streuenden Oberflächenelemente 13, sondern beleuchtet aufgrund des verhältnismäßig geringen Abstandes von nur 2 mm zwischen Wellenlängenfilterarray 10 und Bildwiedergabeeinrichtung 11 relativ diffus und homogen auch das bilddarstellende Raster der Bildwiedergabeeinrichtung 11.

Auch hier sind die Planbeleuchtungsquelle 9 und die zusätzlichen Lichtquellen 14 jeweils getrennt ein- und ausschaltbar, so daß sich die bereits erwähnten beiden Betriebsmodi einstellen lassen.

Im ersten Betriebsmodus sind die zusätzlichen Lichtquellen 14 ausgeschaltet. Die Bildwiedergabeeinrichtung 11 wird ausschließlich durch die Planbeleuchtungsquelle 9 durch das Wellenlängenfilterarray 10 hindurch beleuchtet. In diesem Betriebsmodus findet eine Richtungsselektion aufgrund der Lagezuordnung von Filterelementen und Bildwiedergabeelementen statt, die wie beschrieben dafür sorgt, daß jedem Auge des Betrachters nur ausgewählte Bildinformationen sichtbar sind und damit der dreidimensionale Ein-

druck für den Betrachter entsteht.

Im zweiten Betriebsmodus sind lediglich die zusätzlichen Lichtquellen 14 eingeschaltet, während die Planbeleuchtungsquelle 9 ausgeschaltet ist. In diesem Betriebsmodus ist für einen Betrachter das auf der Bildwiedergabeeinrichtung 11 dargestellte Kombinationsbild bzw. die dargestellte Szene zweidimensional wahrnehmbar, da das von der Bildwiedergabeeinrichtung 11 zum Betrachter gelangende Licht bezüglich seiner Richtung nicht durch die Zuordnung von Filterelementen und Bildwiedergabeelementen beeinflusst ist, sondern gleichmäßig die Bildwiedergabeeinrichtung durchstrahlt und das Licht von allen Bildwiedergabeelementen gleichberechtigt die Augen des Betrachters erreicht.

Optional kann im zweiten Betriebsmodus auch die Planbeleuchtungsquelle 9 eingeschaltet sein, wobei das Kombinationsbild ebenfalls zwei- oder dreidimensional wahrnehmbar ist, je nach Leuchtdichteverhältnis pro Flächeneinheit der Beleuchtungsquellen 9 und 14. In diesem Betriebsmodus ist aufgrund des zusätzlichen Lichtdurchsatzes durch die Filterelemente R', G', B' rückseitig Licht höherer Intensität auf die Bildwiedergabeeinrichtung 11 gerichtet. Die Bildhelligkeit ist angehoben.

Anstelle von Ein- und Ausschaltern zur Steuerung der Beleuchtung können auch Shutter vorgesehen sein, die jeweils in die Strahlengänge eingeordnet sind und je nach Bedarf den entsprechenden Lichtweg sperren oder freigeben. Die Steuerung des Ein- und Ausschaltens der Lampen kann in allen beschriebenen Fällen über Prozessoren mit Hilfe von Software erfolgen.

In einer weiteren Ausgestaltungsvariante dieser Anordnung kann auch vorgesehen sein, daß lediglich die Planbeleuchtungsquelle 9 vorhanden ist und das Licht der Planbeleuchtungsquelle 9 über seitlich zum Wellenlängenfilterarray 10 angeordnete Reflektoren 16, wie in Fig. 14 dargestellt, auch auf die der Planbeleuchtungsquelle 9 abgewandte Außenseite des Wellenlängenfilterarrays 10 gelangen kann.

Dabei wird Licht von der Planbeleuchtungsquelle 9 einerseits unmittelbar zum Wellenlängenfilterarray 10 hin und zusätzlich über seitlichen Schmalflächen in Richtung auf die Reflektoren 16 abgestrahlt. Die Reflektoren 16 sind schwenkbar gelagert. Dabei ist in einer ersten Schwenkposition die von der Planbeleuchtungsquelle 9 ausgehende Strahlung nicht auf die streuenden Oberflächenelemente 13 in Blickrichtung eines Betrachters, in einer zweiten Schwenkposition auch auf die streuenden Oberflächenelemente 13 gerichtet.

Auf diese Weise ist im ersten Fall, d. h. in der ersten Schwenkposition gewährleistet, daß das von der Planbeleuchtungsquelle 9 ausgehende Licht lediglich durch das Wellenlängenfilterarray 10 hindurch und durch die Bildwiedergabeeinrichtung 11 hindurch zum Betrachter gelangt, während in der zweiten Schwenkposition auch Licht zum Betrachter gelangt, das bezüglich seiner Ausbreitungsrichtung nicht von der Zuordnung von Filterelementen zu Bildwiedergabeelementen beeinflusst ist. So ist im ersten Fall die dreidimensionale, im zweiten Fall die zweidimensionale Wahrnehmung der Darstellung möglich.

Weitere Ausgestaltungsvarianten sind denkbar, z. B. in der Weise, daß die Reflektoren 16 nicht schwenkbar gelagert sind, sondern fest so eingestellt sind, daß die von den Seitenflächen der Planbeleuchtungsquelle 9 austretende und auf die Reflektoren 16 gerichtete Strahlung stets von diesen umgelenkt und auf die streuenden Oberflächenelemente 13 gerichtet wird, jedoch zwischen den lichtabstrahlenden Schmalflächen und den Reflektoren ansteuerbare Shutter 17 vorgesehen sind, die diesen Lichtweg je nach Vorgabe sperren oder freigeben. Bei freigegebenem Lichtweg zu den Re-

faktoren 16 ist die Wahrnehmung zweidimensional, bei gesperrtem Lichtweg dreidimensional wahrnehmbar.

Außerdem können anstelle der streuenden Oberflächenelemente spiegelnde Oberflächenelemente vorgesehen sein, welchen die mit S bezeichneten Flächenbereiche (vgl. Fig. 10) überdecken.

Im Rahmen der Erfindung liegt es außerdem, wenn zusätzlich an der Seite des Wellenlängenfilterarrays 10, die der Planbeleuchtungsquelle 9 zugewandt ist, reflektierende Oberflächenelemente 13' aufgebracht sind, wodurch erreicht wird, daß über einen bestimmten Grenzwinkel hinaus einfallendes Licht von dieser Fläche reflektiert und unter diesem Grenzwinkel, etwa senkrecht einfallendes Licht transmittiert wird. Auf diese Weise ist vorteilhaft erreicht, daß das schräg auf das Wellenlängenfilterarray 10 auftreffende Licht über seitlich angebrachte Reflektoren teilweise zur Beleuchtung der streuenden Oberflächenelemente 13 genutzt werden kann, während das Wellenlängenfilterarray 10 nach wie vor trotzdem noch durchstrahlt wird.

Bezugszeichenliste

1 Lichtquelle
2 Lichtleiter
2.1, 2.2 Großflächen
2.3, 2.4 Schmalflächen
3 Reflektor
4 Beschichtung
5 Lichtquelle
6 Bildwiedergabeeinrichtung
7 Wellenlängenfilterarray
8, 9 Planbeleuchtungsquelle
10 Wellenlängenfilterarray
11 Bildwiedergabeeinrichtung
12 Ansteuerschaltung
13, 13' Oberflächenelemente
14 Lichtquellen
15, 16 Reflektoren
17 Shutter
 a_0, a_1, a_2, a_3 Parameter
d Dichte
A, B Blickrichtung
R', G', B', S Filterelemente
L₁, L₂ Strahlungsanteile

Patentansprüche

1. Beleuchtungsanordnung, umfassend mindestens eine Lichtquelle (1) und einen planaren optischen Lichtleiter (2), der von zwei einander gegenüberliegenden Großflächen (2.1, 2.2) und umlaufenden Schmalflächen (2.3, 2.4) begrenzt ist, wobei die von der Lichtquelle (1) ausgehende Strahlung über wenigstens eine der Schmalflächen (2.3) in den Lichtleiter (2) eingekoppelt wird, dort teils infolge Totalreflexion an den beiden Großflächen (2.1, 2.2) hin- und herreflektiert und teils als Nutzlicht über eine der beiden Großflächen (2.1) abgestrahlt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die der abstrahlenden Großfläche (2.1) gegenüberliegende zweite Großfläche (2.2) mit einer die Totalreflexion störenden Beschichtung (4) aus Partikeln versehen ist, deren Störvermögen über die flächige Ausdehnung der zweiten Großfläche (2.2) hinweg zwischen zwei Grenzwerten inhomogen ist.

2. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzwerte von der Dichte d der Beschichtung (4) abhängig sind und die Dichte d ein Maß für den mittleren Abstand der Partikel zuein-

ander pro Flächeneinheit ist.

3. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß mit wachsendem Abstand x von einer Schmalfläche (2.3), in die das Licht eingekoppelt wird, das Störvermögen der Beschichtung (4) zunehmend stärker ausgebildet ist.

4. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Störvermögen mit wachsendem Abstand x in parallel zur Schmalfläche (2.3) ausgerichteten streifenförmigen Flächenabschnitten progressiv zunehmend stärker ausgebildet ist.

5. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Störvermögen der Beschichtung (10) mit wachsenden Abständen x_1, x_2 von zwei Schmalflächen (2.3, 2.4), in die jeweils Licht eingekoppelt wird, zunehmend stärker ausgebildet ist.

6. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß zwei sich parallel gegenüberliegende Schmalflächen (2.3, 2.4) zur Einkopplung des Lichtes vorgesehen sind und das Störvermögen mit wachsenden Abständen x_1, x_2 in parallel zu der jeweiligen Schmalfläche (2.3, 2.4) ausgerichteten streifenförmigen Flächenabschnitten progressiv bis zu einem gemeinsamen Maximum zunehmend ausgebildet ist.

7. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Beschichtung (4) ein Lack außen auf die zweite Großfläche (2.1) aufgebracht ist, wobei die örtliche Lackdicke ein Äquivalent für das Störvermögen an diesem Ort ist.

8. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Lackdicke nach der Funktion $d = f(x)$ definiert ist,

- mit x einem Maß für den Abstand von der jeweiligen Schmalfläche (2.3, 2.4), in die das Licht eingekoppelt wird und
- mit d einem Wert für die Dichte, wobei $d = 1$ für eine vollständig lackierte Fläche und $d = 0$ für eine unlackierte Fläche gilt.

9. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß für die Dichte d die Funktion $d = f(x) = a_3 \cdot x^3 + a_1 \cdot x_2 + a_1 \cdot x^2 + a_0$ mit wählbaren Parametern a_0, a_1, a_2 und a_3 gilt.

10. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß als Parameter $a_0 = 0, a_1 = 4, a_2 = -4$ und $a_3 = 0$ vorgegeben sind.

11. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Lackdicke nach der Funktion $d = f(x, y)$ definiert ist,

- mit x einem Maß für den Abstand von der jeweiligen Schmalfläche (2.3, 2.4), in die das Licht eingekoppelt wird,
- mit y einem Maß für eine Position senkrecht zum Abstand x.

12. Beleuchtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung (4) aus einer Vielzahl von Partikeln mit höherem und von Partikeln mit geringerem Störvermögen gebildet ist, die in vorgegebenen Mengenverhältnissen vorgesehen sind, wobei in Flächenbereichen der zweiten Großfläche (2.2), in denen die Totalreflexion stärker gestört werden soll, die Partikel mit höherem Störvermögen und in Flächenbereichen, in denen die Totalreflexion weniger stark gestört werden soll, die Partikel mit geringerem Störvermögen überwiegen.

13. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß als Partikel mit höherem Störvermögen matte Silberpartikel und als Partikel mit

geringerem Störvermögen glänzende Silberteilechen vorgesehen sind.

14. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß von der Beschichtung (4) Teilbereiche ausgespart sind und die zweite Großflächen (2.2) in diesen Teilbereichen lichtdurchlässig ist.

15. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilbereiche in regelmäßigen Mustern angeordnet sind.

16. Verwendung einer Beleuchtungsanordnung nach den Ansprüchen 1 bis 15 in einer Anordnung zur wahlweise zwei- oder dreidimensionalen Darstellung einer Szene/eines Gegenstandes, wobei

- die Beleuchtungsanordnung zwischen einer Bildwiedergabeeinrichtung (11) und einem Wellenlängenfilterarray (10) angeordnet ist,
- die Bildwiedergabeeinrichtung (11) zur Darstellung eines Kombinationsbildes aus einer Vielzahl von Bildelementen ausgebildet ist, die Informationen aus mehreren Ansichten der Szene/des Gegenstandes wiedergeben,
- das Wellenlängenfilterarray (10) eine Vielzahl von in vorgegebenen Wellenlängenbereichen lichtdurchlässigen Wellenlängenelementen aufweist,
- dem Wellenlängenfilterarray (10) eine zusätzliche Lichtquelle (9) nachgeordnet ist und
- Mittel vorgesehen sind, mit denen in einem ersten Betriebsmodus zwecks dreidimensionaler Darstellung Licht von der zusätzlichen Lichtquelle (9) nur auf die den Betrachter abgewandte Seite des Wellenlängenfilterarrays (7) gerichtet ist und durch das Wellenlängenfilterarray (7) und die Bildwiedergabeeinrichtung (6) hindurch zum Betrachter gelangt,
- in einem zweiten Betriebsmodus zwecks zweidimensionaler Darstellung Licht von der Beleuchtungsanordnung nur durch die Bildwiedergabeeinrichtung (6), nicht jedoch durch das Wellenlängenfilterarray (7) hindurch zum Betrachter gelangt und
- in einem dritten Betriebsmodus, in dem die Szene/der Gegenstand teilweise zweidimensional, teilweise dreidimensional wahrnehmbar ist, teils Licht von der zusätzlichen Lichtquelle (9) durch das Wellenlängenfilterarray (7) und die Bildwiedergabeeinrichtung (6) hindurch, teils Licht von der Beleuchtungsanordnung nur durch die Bildwiedergabeeinrichtung (6) hindurch zum Betrachter gelangt.

17. Verwendung einer Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 16, wobei ansteuerbare Ein-/Auswähler vorgesehen sind, durch die

- im ersten Betriebsmodus die zusätzliche Lichtquelle (9) eingeschaltet, dagegen aber die in den Lichtleiter (2) einstrahlende Lichtquelle (1) ausgeschaltet ist,
- im zweiten Betriebsmodus die zusätzliche Lichtquelle (9) ausgeschaltet, dagegen die in den Lichtleiter (2) einstrahlende Lichtquelle (1) eingeschaltet ist und
- im dritten Betriebsmodus sowohl die zusätzliche Lichtquelle (9) als auch die in den Lichtleiter (2) einstrahlende Lichtquelle (1) eingeschaltet sind und zwischen der zusätzlichen Lichtquelle (9) und dem Wellenlängenfilterarray (10) ein ansteuerbarer Shutter vorgesehen ist, der je nach An-

steuerung den gesamten Querschnitt oder nur Teile des Querschnittes des von der Lichtquelle (9) ausgehenden Strahlenganges unterbricht oder zur Abstrahlung auf das Wellenlängenfilterarray (10) freigibt.

18. Beleuchtungsanordnung für ein Display zur autostereoskopischen Wiedergabe einer Szene/eines Gegenstandes, das eine aus einer Vielzahl von Bildwiedergabeelementen gebildete Bildwiedergabeeinrichtung (11), ein in Blickrichtung eines Betrachters hinter der Bildwiedergabeeinrichtung (11) angeordnetes, aus einer Vielzahl von in vorgegebenen Wellenlängenbereichen lichtdurchlässigen Wellenlängenelementen bestehendes Wellenlängenfilterarray (10) und eine hinter diesem Wellenlängenfilterarray (10) angeordnete flächige Lichtquelle (9) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß

- das Wellenlängenfilterarray (10) mindestens auf der der Lichtquelle (9) abgewandten Seite mit spiegelnden und/oder streuenden Oberflächenelementen (13) ausgestattet ist und
- Mittel vorgesehen sind, durch welche die von der Lichtquelle (9) oder von zusätzlichen Lichtquellen (14) ausgehende Strahlung zumindest zeitweise auf der Lichtquelle (9) abgewandten Seite des Wellenlängenfilterarrays (10) gerichtet ist, wobei in einem ersten Betriebsmodus lediglich Strahlung auf die der Lichtquelle (9) zugewandte Seite des Wellenlängenfilterarrays (10) trifft,
- in einem zweiten Betriebsmodus Strahlung von der Lichtquelle (9) oder von zusätzlichen Lichtquellen (14) auf beide Seiten des Wellenlängenfilterarrays (10) trifft und
- in einem dritten Betriebsmodus Strahlung von der Lichtquelle (9) oder von zusätzlichen Lichtquellen (14) nur auf die der Lichtquelle (9) abgewandte Seite des Wellenlängenfilterarrays (10) gerichtet ist.

19. Anordnung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß als Mittel zur Beleuchtung der der Lichtquelle (9) abgewandten Seite des Wellenlängenfilterarrays (10) zusätzliche mit einem ansteuerbaren Ein-/Aus-Schalter gekoppelte Lichtquellen (14) vorgesehen sind und auch die Lichtquelle (9) mit einem separat ansteuerbaren Ein-/Aus-Schalter gekoppelt ist.

20. Anordnung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß als Mittel zur Beleuchtung der der Lichtquelle (9) abgewandten Seite des Wellenlängenfilterarrays (10) zusätzliche Lichtquellen (14) vorhanden sind und in den Beleuchtungsstrahlengängen ansteuerbare LC-Shutter (10) vorgesehen sind, die die Beleuchtung beider Seiten des Wellenlängenfilterarrays (10) je nach Ansteuerung unterbrechen oder nicht unterbrechen.

21. Anordnung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß als Mittel zur Beleuchtung der der Lichtquelle (9) abgewandten Seite des Wellenlängenfilterarrays (10) schwenkbar gelagerte Reflektoren vorgesehen sind und

in einer ersten Schwenkposition der Reflektoren von der Lichtquelle (9) ausgehende Strahlung nur auf die der Lichtquelle (9) zugewandten Seite des Wellenlängenfilterarrays (10) gerichtet ist,

in einer zweiten Schwenkposition der Reflektoren von der Lichtquelle (9) ausgehende Strahlung auf beide Seiten des Wellenlängenfilterarrays (2) gerichtet ist und

in einer dritten Schwenkposition der Reflektoren von

der Lichtquelle (9) ausgehende Strahlung nur auf die der Lichtquelle (9) abgewandten Seite des Wellenlängenfilterarrays (10) gerichtet ist.

22. Beleuchtungsanordnung nach einem der Ansprüche 19 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberflächen- 5
elemente (13) auf den opaken Flächenelementen des Wellenlängenfilterarrays (10) positioniert sind.

23. Anordnung nach einem der Ansprüche 19 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß als flächige Lichtquelle (9) eine von mehreren Lampen gespeiste Einrichtung 10
vorgesehen ist.

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

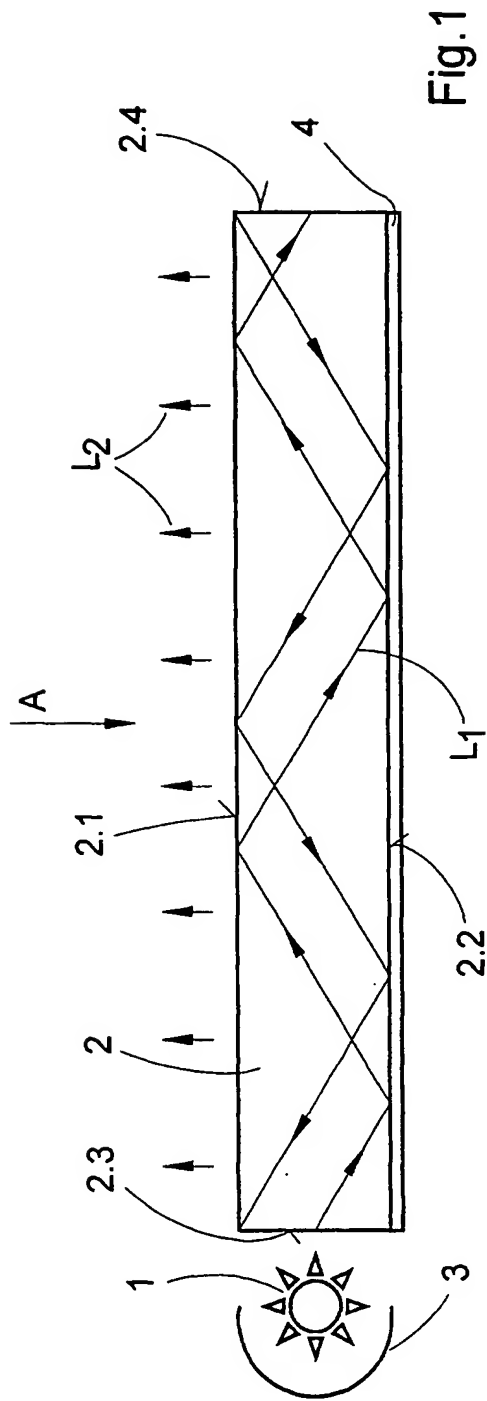


Fig. 1

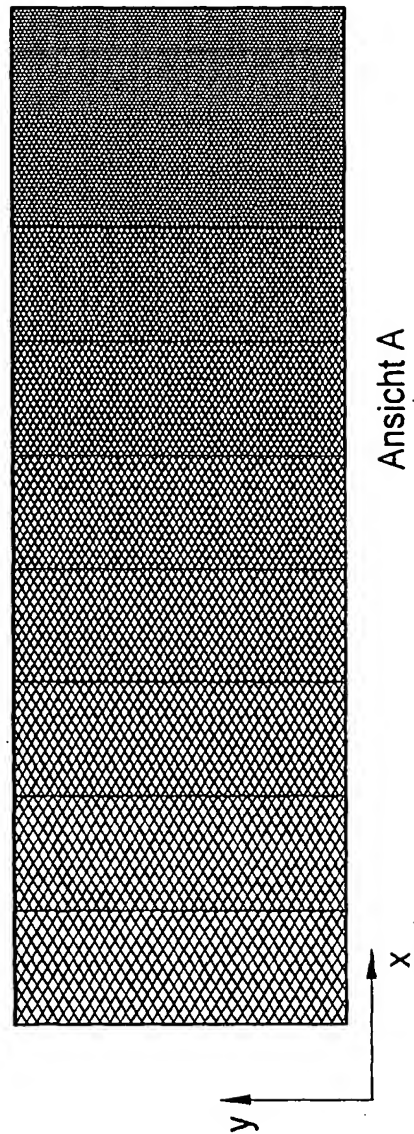
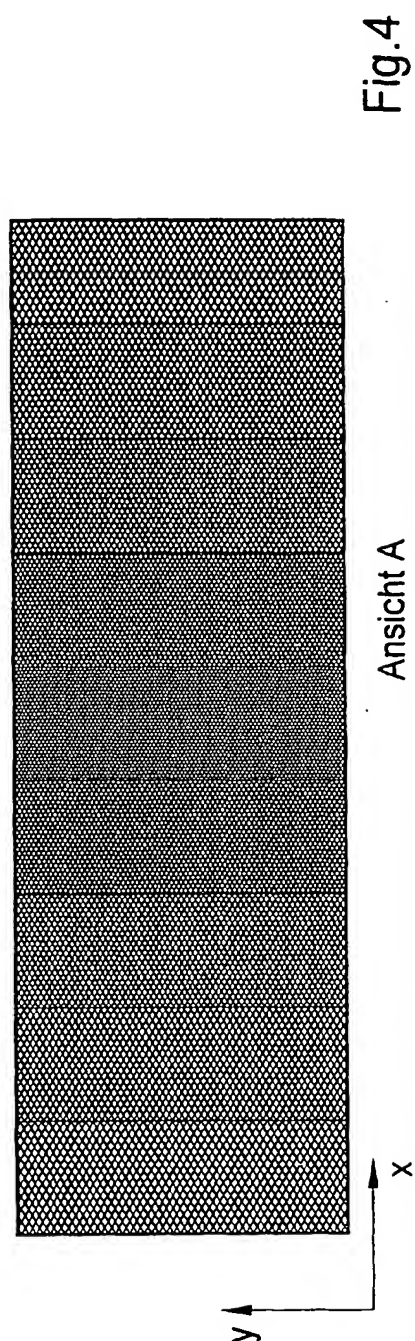
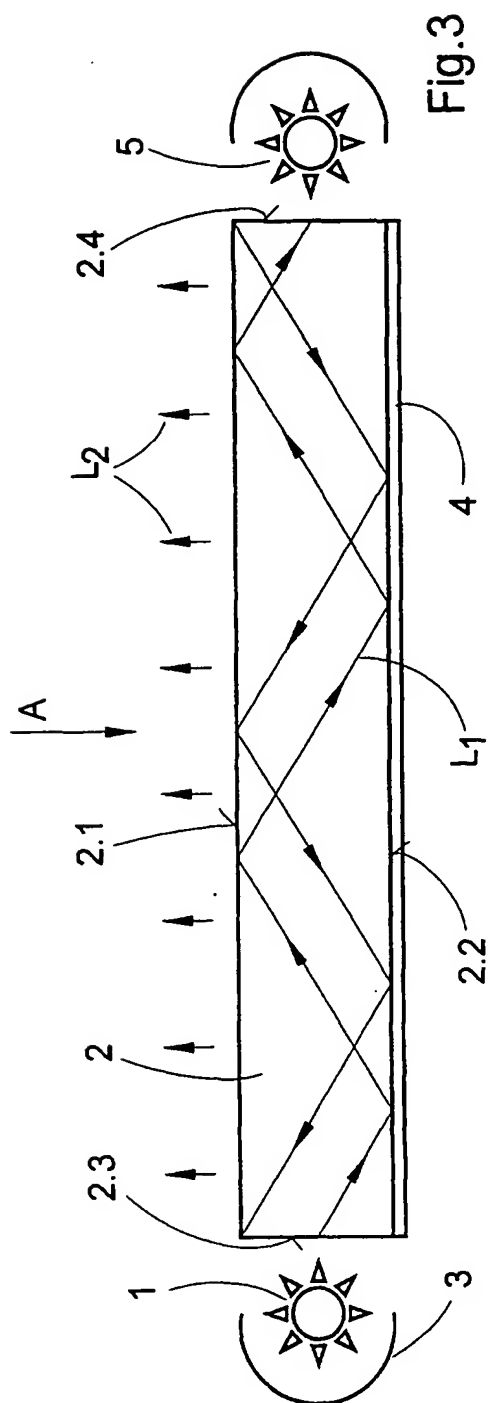


Fig. 2



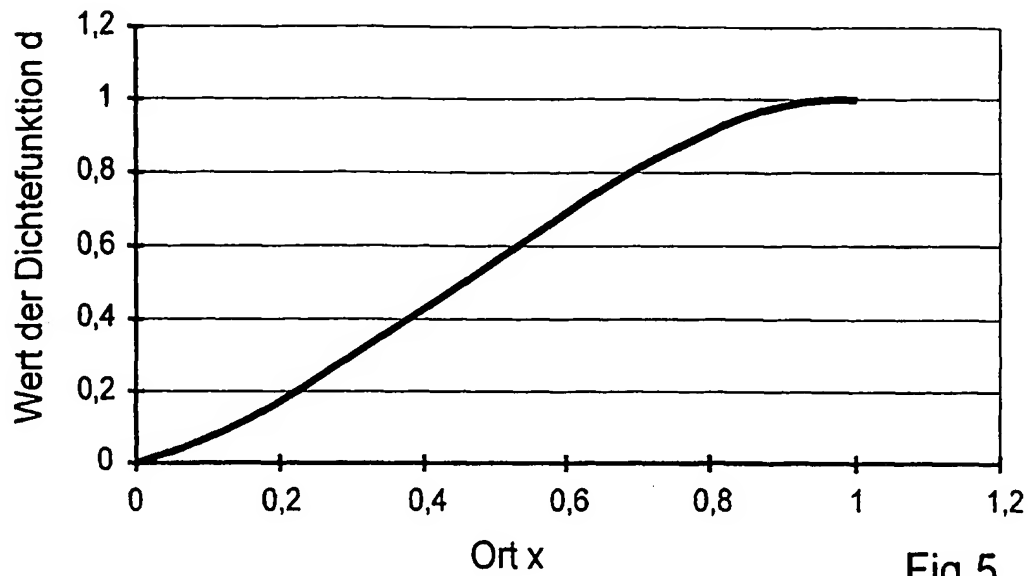
Zum Parametersatz $a_3 = -1,5$ $a_2 = 2$ $a_1 = 0,5$ $a_0 = 0$ 

Fig.5

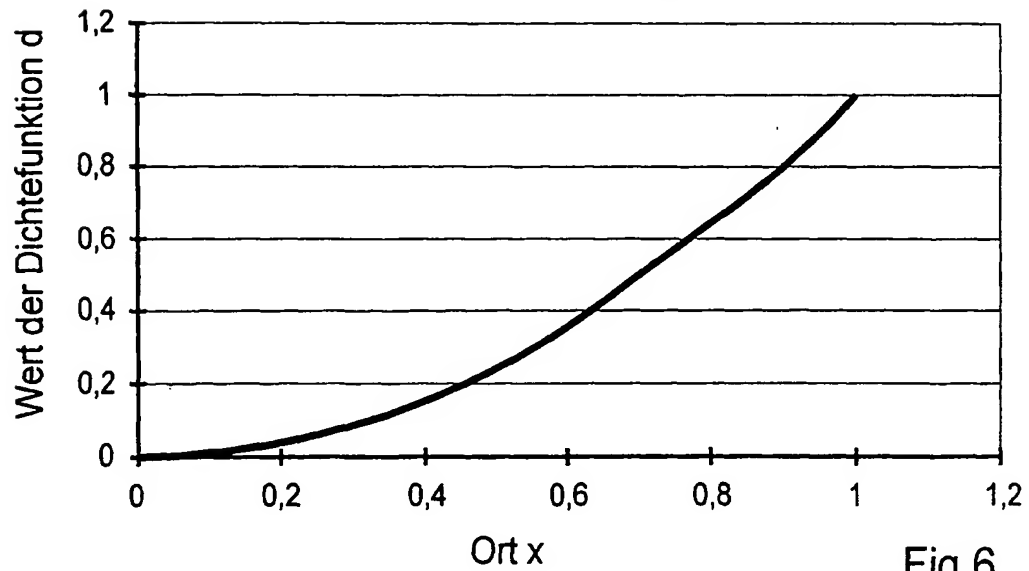
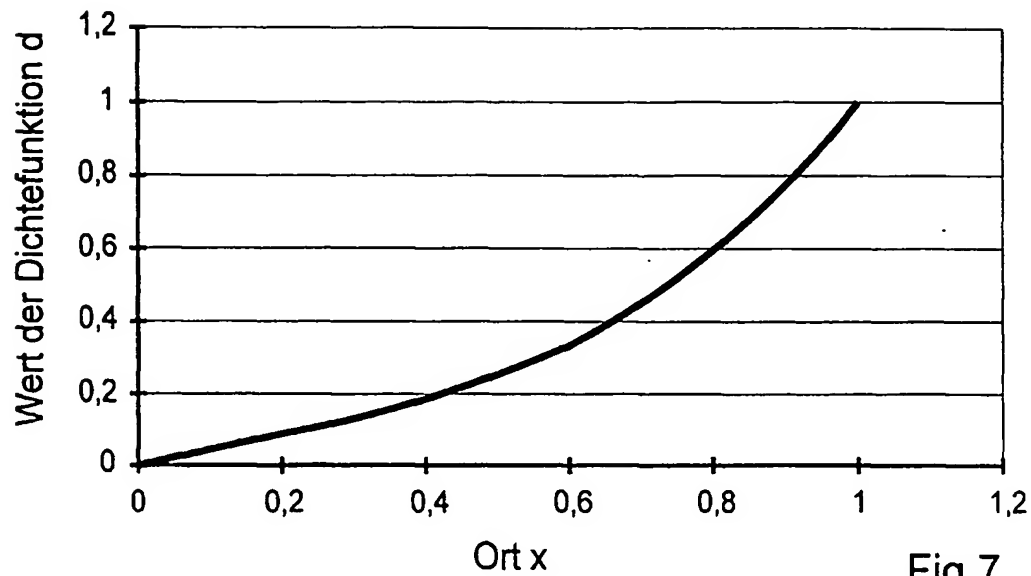
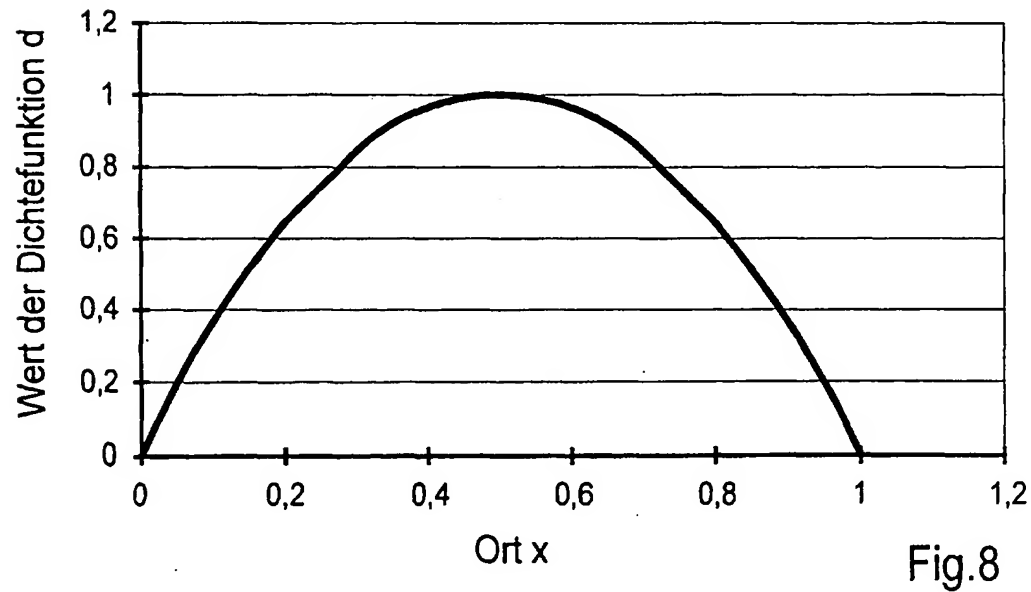
Zum Parametersatz $a_2 = 1$ 

Fig.6

Zum Parametersatz $a_3=1$ $a_2=-0,5$ $a_1=0,5$ $a_0=0$



Zum Parametersatz $a_3=0$ $a_2=-4$ $a_1=4$ $a_0=0$



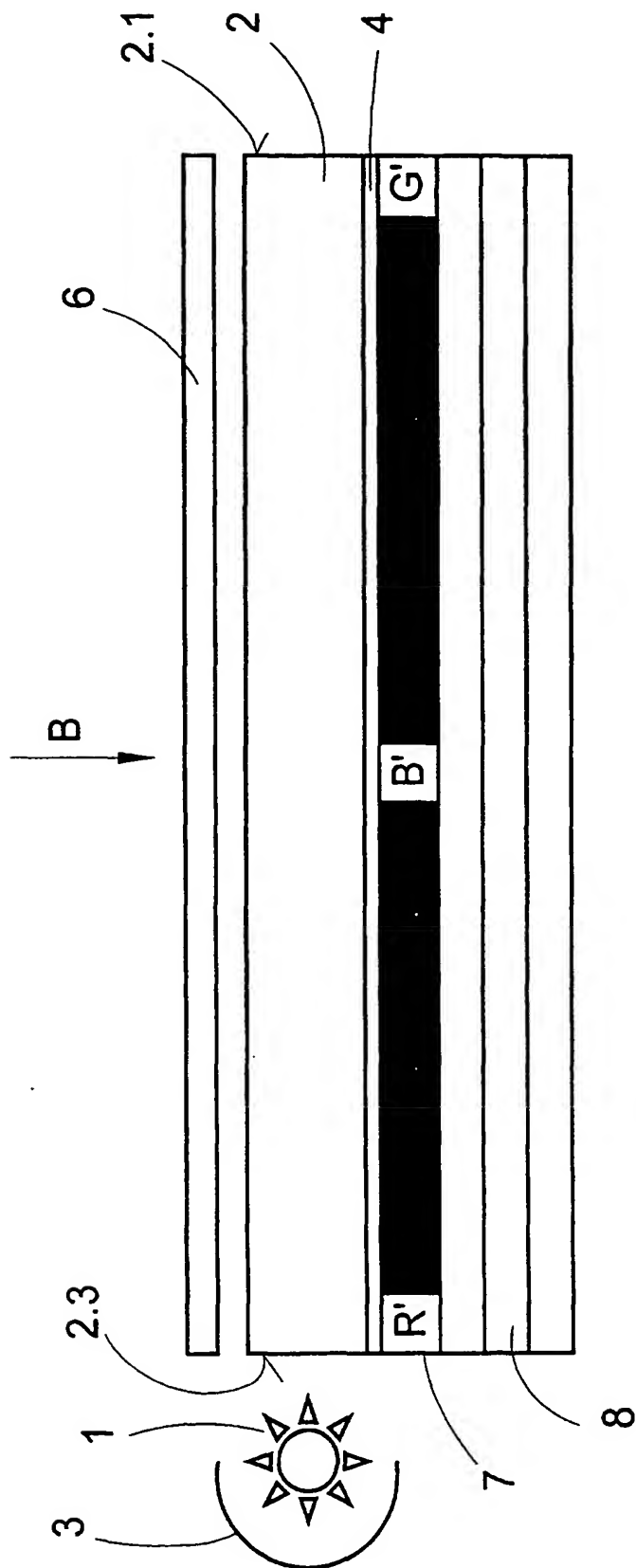


Fig. 9

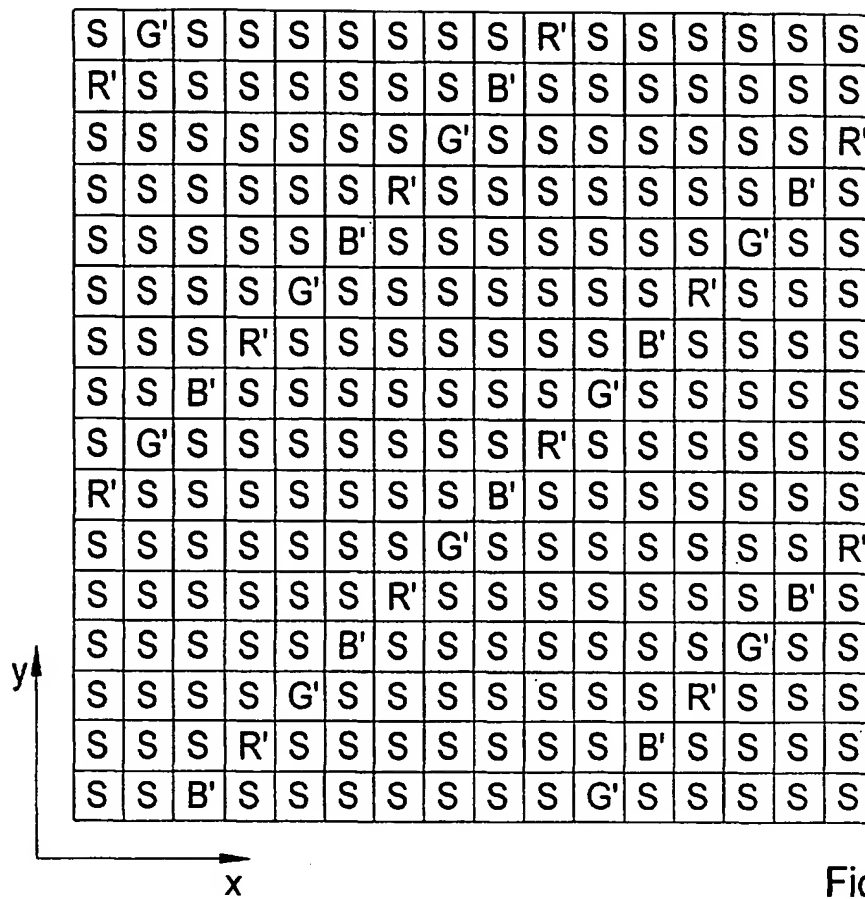


Fig.10

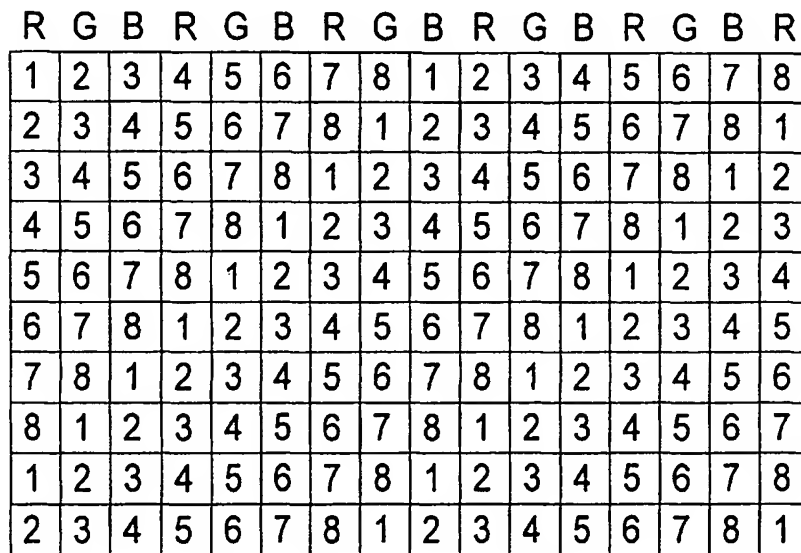


Fig.11

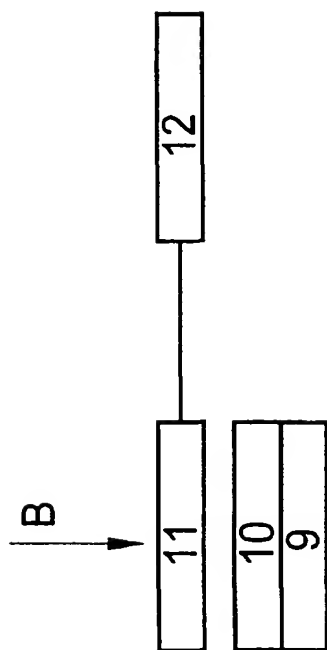


Fig. 12

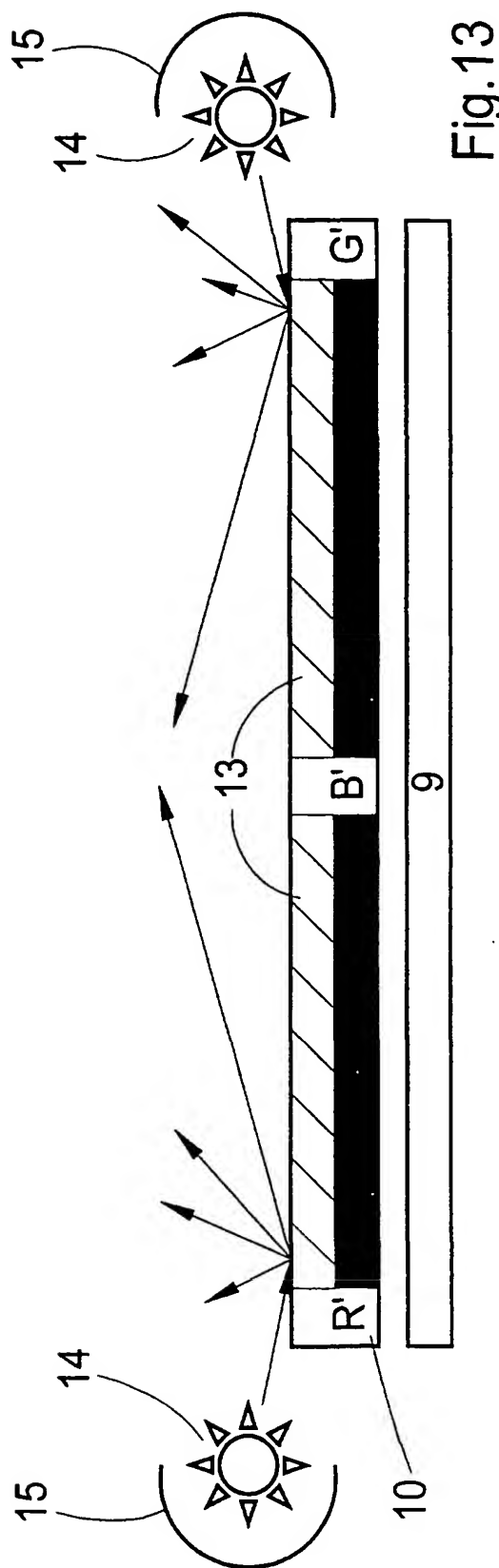


Fig. 13

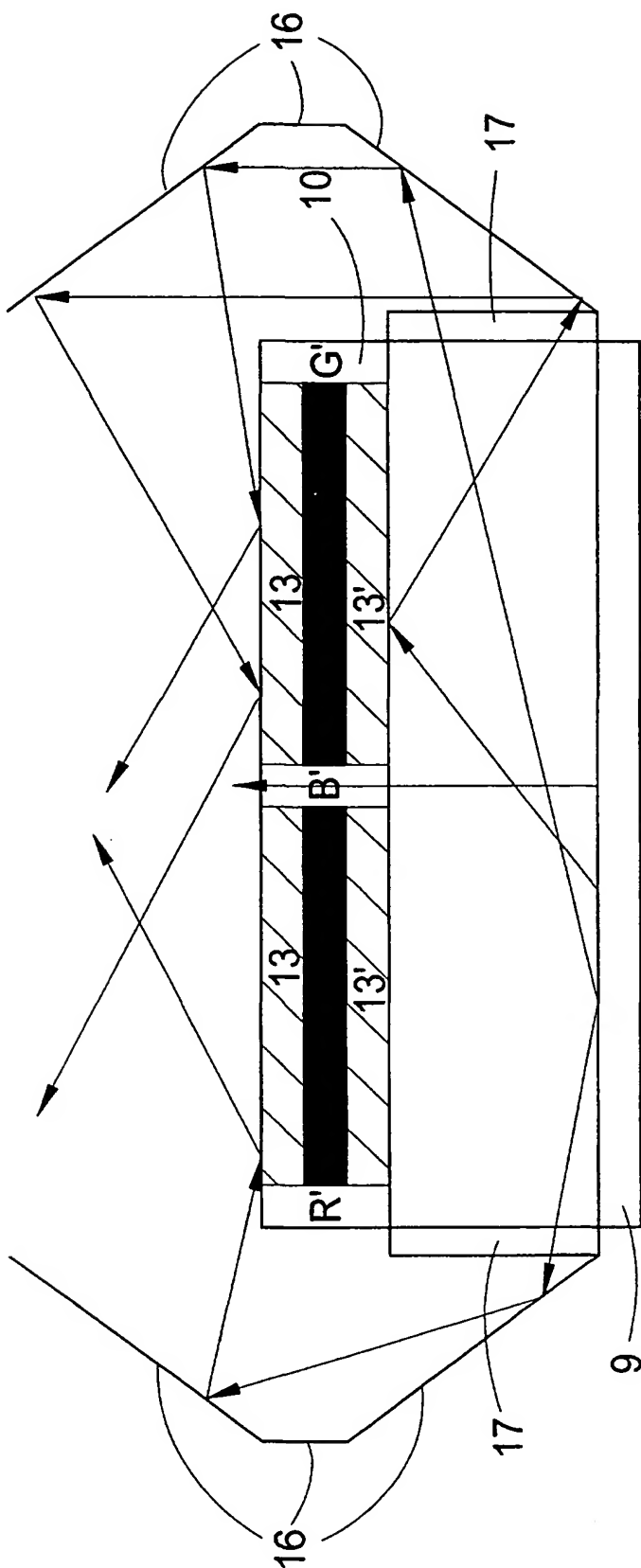


Fig. 14